



REC'D 24 APR 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 13 901.6

**Anmeldetag:** 28. März 2002

**Anmelder/Inhaber:** Conti Temic microelectronic GmbH, Nürnberg/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Messung der Relativgeschwindigkeit  
eines Objekts

**IPC:** G 01 S 17/58

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. April 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Faust

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**  
**BEST AVAILABLE COPY**

Verfahren zur Messung der Relativgeschwindigkeit eines Objekts

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Relativgeschwindigkeit eines Objekts gemäß Patentanspruch 1.

10 Verfahren zur Ermittlung von Objektabständen werden verstärkt in Hinderniswarnsystemen für Kraftfahrzeuge eingesetzt, um die Fahrer der Kraftfahrzeuge vor Gefahrenquellen auf der Fahrbahn zu warnen. Aus der DE 41 15 747 C2 ist beispielsweise ein Verfahren zur Hinderniserkennung bekannt, bei dem ein Beobachtungsraum vor einem Fahrzeug mit einer Laserquelle wiederholt abgetastet wird, um aus der Signallaufzeit des von der Laserquelle ausgesendeten und an einem Objekt reflektier-

15 ten Lichts den Objektabstand zu berechnen und den Fahrer in Abhängigkeit des ermittelten Objektabstands durch akustische oder optische Signale vor einer möglichen Kollision mit dem Objekt zu warnen.

Es wäre sinnvoll, bei der Abschätzung der Kollisionswahrscheinlichkeit auch die Geschwindigkeit der sich dem Fahrzeug nähernden Objekte zu ermitteln. Diese ließe

20 sich zwar durch eine Differentiation des zeitlichen Verlaufs des Objektabstands ermitteln, das Ergebnis wäre aber aufgrund des durch die Differentiation verstärkten Rauschens ungenau. Das Signal-Rausch-Verhältnis des Meßergebnisses könnte zwar durch eine Filterung unterdrückt werden, die Filterung hätte aber eine unerwünschte Zeitverzögerung bei der Bereitstellung des Meßergebnisses zur Folge.

25 Weiterhin wäre es denkbar, das Signal-Rausch-Verhältnis durch Erhöhung der Strahlungsleistung der Laserquelle zu verbessern, eine Erhöhung der Strahlungsleistung ist aber nicht erwünscht, weil dies bei Personen oder Tieren, die in Richtung der Laserquelle blicken könnten, zu einer Augenschädigung führen könnte.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ermittlung der Relativgeschwindigkeit eines Objekts anzugeben, das mit geringem Aufwand durchführbar ist und genaue Meßergebnisse liefert.

5 Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

10 Erfindungsgemäß wird der Objektabstand eines Objekts bezüglich eines Referenzorts wiederholt in aufeinanderfolgenden Zyklen jeweils nach Ablauf einer vorgegebenen Zyklusperiode ermittelt. Des weiteren wird die Anzahl der Zyklen ermittelt, innerhalb derer der Objektabstand soweit abnimmt oder soweit zunimmt, daß ein vorgegebenes Abstandsband vollständig durchlaufen wird. Das heißt, es werden, wenn es um die Ermittlung der Geschwindigkeit eines sich dem Referenzort nähernden Objekts geht, die Zyklen gezählt, innerhalb derer der Objektabstand sich von einem oberhalb eines oberen Abstandsschwellwerts liegenden oberen Objektabstandswert bis zu einem unterhalb eines unteren Abstandsschwellwerts liegenden unteren Objektabstandswert verringert. Geht es hingegen um die Ermittlung der Geschwindigkeit eines sich vom Referenzort entfernenden Objekts, werden die Zyklen gezählt, innerhalb derer der Objektabstand sich von einem unterhalb eines unteren Abstandsschwellwerts liegenden unteren Objektabstandswert bis zu einem oberhalb eines oberen Abstandsschwellwerts liegenden oberen Objektabstandswert erhöht. Die Relativgeschwindigkeit des Objekts wird dann aus der Differenz zwischen dem vor dem Eintritt in das Abstandsband ermittelten Objektabstand und dem nach dem Austritt aus dem Abstandsband ermittelten Objektabstand, d. h. aus der Differenz zwischen dem oberen und unteren Objektabstandswert, und aus der ermittelten Anzahl der Zyklen berechnet.

25 Vorzugsweise wird vor der Berechnung der Geschwindigkeit eine Plausibilitätsprüfung vorgenommen, indem geprüft wird, ob der in einem Zyklus ermittelte Objektabstand sich von dem im vorangehenden Zyklus ermittelten Objektabstand um mehr als um einen vorgegebenen Schwellwert unterscheidet. Trifft dies in einer bestimmten Anzahl von aufeinanderfolgenden Zyklen zu, werden die ermittelten Objektabstandswerte als nicht plausibel angesehen und die Geschwindigkeitsmessung wird unterbrochen und von neuem gestartet.

30

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Objektabstand durch Messung der Impulslaufzeit eines vom Referenzort in einen Meßraum ausgesendeten und aus dem Meßraum zum Referenzort zurückreflektierten Lichtimpulses ermittelt.

- 5      Hierbei wird der die Impulslaufzeit bestimmende Empfangszeitpunkt des zurückreflektierten Lichtimpulses vorzugsweise dadurch ermittelt, daß der zurückreflektierte Lichtimpuls zur Erzeugung eines Empfangssignals detektiert wird und daß der Zeitpunkt ermittelt wird, der dem Schwerpunkt des Empfangssignals entspricht.

10      Das Empfangssignal wird hierzu vorzugsweise lediglich in einem begrenzten Zeitbereich ausgewertet. Der Zeitbereich wird dabei derart gewählt, daß das Maximum des Empfangssignals in diesem Zeitbereich, beispielsweise in dessen Mitte, liegt.

- 15      - Vorzugsweise wird der Empfangszeitpunkt der zurückreflektierten Lichtimpulses lediglich dann ermittelt, wenn das Maximum des Empfangssignals oberhalb eines vorgegebenen Rauschpegels liegt.

Vorteilhafterweise wird des weiteren eine Rauschkompensation vorgenommen, indem das Empfangssignal um einen vorgegebenen Rauschanteil reduziert wird, und/oder eine Temperaturkompensation vorgenommen, um temperaturabhängige Störbeiträge aus der Impulslaufzeit zu kompensieren.

- 20      Vorzugsweise werden Lichtimpulse in unterschiedliche jeweils einen Kanal darstellende Raumabschnitte des Meßraums ausgesendet und die zurückreflektierten Lichtimpulse kanalbezogen ausgewertet. Damit ist es möglich, neben den ermittelten Relativgeschwindigkeitswerten über deren Zuordnung zu jeweils einem der Kanäle auch eine Ortsinformation über die sich im Meßraum befindenden Objekte zu gewinnen.
- 25

30      Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich bestens für den Einsatz in einem Insassenrückhaltesystem für Kraftfahrzeuge. Bei einem derartigen Anwendungsfall dient das erfindungsgemäße Verfahren der Pre-Crash-Sensierung, d. h. der Erkennung der Gefahr einer drohenden Kollision des Kraftfahrzeugs mit einem sich dem Kraftfahrzeug nähernden Objekt. Wird eine derartige Gefahr erkannt, lassen sich

Auslösekriterien für Rückhaltemittel, beispielsweise für einen Airbag, geeignet an ein mögliches Unfallszenario anpassen. Dies hat eine gezieltere Auslösung der Rückhaltemittel und somit eine Erhöhung der bezweckten Schutzwirkung für die Fahrzeuginsassen zur Folge.

- 5 Die Berechnung der Geschwindigkeit auf der Grundlage der Zeit, innerhalb derer der Objektabstand soweit abnimmt, daß das durch die Abstandsschwellwerte definierte Abstandsband vollständig durchlaufen wird, erweist sich hierbei als besonders vorteilhaft, da das Abstandsband derart definierbar ist, daß lediglich Lichtimpulse ausgewertet werden, die in dem für die Pre-Crash-Sensierung wichtigen Nahbereich reflektiert werden. Die Geschwindigkeit eines Objekts wird somit zum richtigen Zeitpunkt gemessen, d. h. dann wenn das Objekt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Gefahr für das Kraftfahrzeug darstellen könnte. Zudem weisen die im Nahbereich reflektierten Lichtimpulse eine höhere Amplitude und damit ein günstigeres Signal-Rausch-Verhältnis auf als die im Fernbereich reflektierten Lichtimpulse. Dies hat zur
- 10 Folge, daß auch die Auswertung der im Nahbereich reflektierten Lichtimpulse zu genaueren Objektabstandswerten und damit auch zu genaueren Geschwindigkeitswerten führt als die Auswertung der im Fernbereich reflektierten Lichtimpulse.
- 15

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

20. Figur 1a-1c Impulsdiagramme eines Sendesignals und eines Empfangssignals,
- Figur 2 ein Beispiel für den zeitlichen Verlauf von Objektabstandswerten eines sich dem Referenzort nähernden Objekts,
- Figur 3a-3c ein Flußdiagramm zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Objekts.

- 25 Das erfindungsgemäße Verfahren wird in einem Insassenrückhaltesystem für Kraftfahrzeuge zur Pre-Crash-Sensierung eingesetzt. Die Wahrscheinlichkeit einer drohenden Kollision wird dabei durch Detektion von Objekten, die sich innerhalb eines Meßraums vor dem Kraftfahrzeug befinden, und durch Ermittlung der Geschwindigkeit von sich ggf. dem Kraftfahrzeug nähernden Objekten abgeschätzt. Die Objekte werden durch Aussenden von Lichtimpulsen und Detektion der an den Objekten
- 30 zurückreflektierten Lichtimpulse detektiert, wobei die Lichtimpulse vorteilhafterwei-

se sequentiell in unterschiedliche jeweils einen Kanal darstellende Raumabschnitte des Meßraums ausgesendet und kanalbezogen detektiert werden, um neben der Abstandsinformation auch eine Information über den Ortsbereich des den jeweiligen Lichtimpuls reflektierenden Objekts zur gewinnen. Aus den Echozeiten, d. h. den Impulslaufzeiten der ausgesendeten und reflektierten Lichtimpulse werden dann Objektabstände und aus der zeitlichen Änderung der Objektabstände die Geschwindigkeiten der Objekte ermittelt.

Die Messung der Impulslaufzeit eines Lichtimpulses wird nachfolgend anhand der Figuren 1a bis 1c näher beschrieben.

Die Figur 1a zeigt den zeitlichen Verlauf eines impulsförmigen Sendesignals T, das einer sich am Kraftfahrzeug - dem Referenzort - befindenden Strahlungsquelle zugeführt wird. Der Sendezeitpunkt  $t_s$  wird durch eine Steuereinheit vorgegeben und ist daher bekannt. Die Strahlungsquelle sendet in Antwort auf das Sendesignal T einen Lichtimpuls beispielsweise in Form eines gebündelten oder sich aufweitenden Infrarotlaserstrahls aus. Trifft dieser Lichtimpuls auf ein Objekt, wird er zum Teil zum Kraftfahrzeug zurückreflektiert und dort von einer Detektoranordnung detektiert.

Figur 1b zeigt ein Empfangssignal R, das von der einen Photodetektor umfassenden Detektoranordnung durch Detektion des zurückreflektierten Lichtimpulses erzeugt wird. Die Detektion kann dabei auch Signalverarbeitungsschritte umfassen, insbesondere eine Verstärkung, Bandbegrenzung und Störlichtkompensation.

Das Empfangssignal R weist einen Impuls R1 auf, dessen Mitte den Empfangszeitpunkt  $t_r$  des reflektierten Lichtimpulses markiert.

Der zeitliche Abstand zwischen dem Sendezeitpunkt  $t_s$  und dem Empfangszeitpunkt  $t_r$  stellt die zu messende Impulslaufzeit  $t_e$  dar. Zur Ermittlung der Impulslaufzeit  $t_e$  ist daher der Empfangszeitpunkt  $t_r$  zu ermitteln. Dieser ist definitionsgemäß gleich demjenigen Zeitpunkt, der im Schwerpunkt des Empfangssignals R also im Schwerpunkt des Impulses R1 liegt. Dieser dem Schwerpunkt des Empfangssignals R entsprechende Zeitpunkt  $t_r$  läßt sich nach folgender Gleichung berechnen

$$t_r = \frac{\int t \cdot R dt}{\int R dt},$$

wobei R das Empfangssignal R darstellt und t die Zeit darstellt. Die Integration ist dabei über den gesamten Impuls R1 vorzunehmen.

Das Empfangssignal R kann auch weitere Impulse geringerer Amplitude aufweisen, die zu späteren Zeitpunkten auftreten und aus der Reflektion des Lichtimpulses an entfernten und damit weniger relevanten Objekten resultieren.

Figur 1c zeigt einen derartigen weiteren Impuls R2. Dieser kann die Messung verfälschen, wenn das gesamte Empfangssignal R der Ermittlung des Empfangszeitpunkts zugrundegelegt wird. Als Empfangszeitpunkt würde man dann statt den in Figur 1b gezeigten Zeitpunkt  $t_r$  den von diesem Zeitpunkt stark abweichenden Zeitpunkt  $t_{r0}$  erhalten. Um diesen Fehler gering zu halten, wird das Maximum  $r_m$  des Empfangssignals R ermittelt, ein um das Maximum  $r_m$  herum liegender begrenzter Zeitbereich  $t_a$  ausgewählt und lediglich der in diesem Zeitbereich  $t_a$  liegende Anteil des Empfangssignals R der Ermittlung des Empfangszeitpunkts  $t_r$  zugrundegelegt. Das heißt, bei der Ermittlung des Zeitpunkts  $t_r$  gemäß der o.g. Gleichung wird die Integration lediglich über den Zeitbereich  $t_a$  vorgenommen. Dadurch erhält man für die beiden in den Figuren 1b und 1c dargestellten Verläufe des Empfangssignals R nur geringfügig voneinander abweichende Empfangszeitpunkte  $t_r$ .

Die Impulslaufzeit  $t_e$  ist ein Maß des Abstands zu dem den Lichtimpuls reflektierenden Objekt. Aus ihr läßt sich der Objektabstand  $d$  nach der Gleichung  $d = c \cdot t_e / 2$  berechnen, wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit darstellt. Durch zyklische Wiederholung der Messung erhält man dann eine Reihe von Objektabstandswerten, die den Bewegungsverlauf des Objekts relativ zum Kraftfahrzeugs repräsentieren. Es ist denkbar, während eines Zyklus mehrere Lichtimpulse auszusenden, aus den resultierenden Empfangssignalen durch Mittlung ein gemitteltes Empfangssignal zu erzeugen und den Empfangszeitpunkt  $t_r$  aus diesem gemittelten Empfangssignal zu ermitteln. Hierdurch wird das Signal-Rausch-Verhältnis des Meßergebnisses verbessert.

Figur 2 zeigt einen beispielhaften Verlauf von Objektabstandswerten  $d(i)$  eines sich dem Fahrzeug nähernden Objekts. Diese Objektabstandswerte  $d(i)$  werden jeweils nach Ablauf eines Zyklus, d. h. zu Zeitpunkten  $t(i)$  ermittelt. Die Zeitpunkte  $t(i)$  sind jeweils um eine vorgegebene Zyklusperiode  $T_c$  voneinander beabstandet. Der Index  $i$  stellt einen Laufindex dar. Die Figur zeigt noch ein Abstandsband  $\Delta X$ , das in dem für

die Pre-Crash-Erkennung relevanten Nahbereich des Kraftfahrzeugs liegt und das durch einen oberen Abstandsschwellwert  $X_o$  und einen unteren Abstandsschwellwert  $X_u$  begrenzt wird. Von den dargestellten Objektabstandswerten  $d(i)$  liegen die Werte  $d(k)$  bis  $d(m)$  oberhalb des Abstandsband  $\Delta X$ , die Werte  $d(m+1)$  bis  $d(n)$  innerhalb des Abstandsband  $\Delta X$  und die übrigen Werte unterhalb des Abstandsband  $\Delta X$ .

Die Ermittlung der Relativgeschwindigkeit  $v$  des Objekts basiert auf der Identifizierung zweier Objektabstandswerte  $d(i)$ , und zwar auf der Identifizierung des letzten vor dem Eintritt in das Abstandsband  $\Delta X$  ermittelten Objektabstandswerts  $d(i)$ , im vorliegenden Fall also des Objektabstandswerts  $d(m)$ , und des ersten nach dem vollständigen Durchlaufen des Abstandsband  $\Delta X$  ermittelten Objektabstandswerts  $d(i)$ , im vorliegenden Fall also des Objektabstandswerts  $d(n+1)$ , sowie auf dem Zählen der jeweils eine Zyklusperiode  $T_c$  dauernden Zyklen, innerhalb derer der Objektabstand  $d(i)$  sich von dem einen identifizierten Objektabstandswert  $d(m)$  zu dem um eine Differenz  $\Delta d$  geringeren anderen identifizierten Objektabstandswert  $d(n+1)$  verringert. Das Produkt aus der Anzahl  $z$  der gezählten Zyklen und der Zyklusperiode  $T_c$  stellt die Zeit  $\Delta t$  dar, innerhalb derer der Objektabstand  $d(i)$  sich um die Differenz  $\Delta d$  verringert. Die gesuchte Relativgeschwindigkeit  $v$  läßt sich daher nach der Gleichung  $v = \Delta d / \Delta t$  mit  $\Delta d = d(m) - d(n+1)$  und  $\Delta t = z \cdot T_c$  berechnen.

Der Algorithmus zur Ermittlung der Relativgeschwindigkeit  $v$  wird nachfolgend anhand des in den Figuren 3a bis 3c gezeigten Flußdiagramms näher erläutert. Figur 3a zeigt dabei die Verfahrensschritte zur Ermittlung eines Objektabstandswerts  $d(i)$ . Es versteht sich von selbst, daß der Verlauf des Empfangssignals  $R$  hierbei durch eine Reihe von digitalen Abtastwerten repräsentiert wird. Die Abtastwerte erhält man dabei als Ergebnis einer Abtastung des Empfangssignals  $R$  mit nachfolgender Analog-Digital-Wandlung.

Der Algorithmus ist ein Unterprogramm, das nach der Erfassung des Empfangssignals  $R$  von einem Betriebsprogramm aufgerufen wird. Gemäß Figur 3a erfolgt der Aufruf im Schritt 100. Im nachfolgenden Schritt 101 werden dann Daten initialisiert, insbesondere werden die das Empfangssignal  $R$  repräsentierenden Abtastwerte in entsprechende Variablen eingelesen. Im nächsten Schritt 102 wird dann das Maximum  $r_m$  des Empfangssignals  $R$  ermittelt. Anschließend wird im Schritt 103 geprüft, ob das Maximum  $r_m$  kleiner als ein vorgegebener Rauschpegel  $r_n$  ist. Trifft dies zu,



wird zu Schritt 104 ansonsten zu Schritt 105 verzweigt. Im Schritt 104 wird der aktuelle Objektabstandswert  $d(i)$  auf einen Abstandsvorgabewert  $d_0$  gesetzt. Im Schritt 105 wird eine Rauschunterdrückung vorgenommen, indem die das Empfangssignal  $R$  repräsentierenden Abtastwerte jeweils um einen durch den Rauschpegel  $m$  bestimmten Rauschanteil reduziert werden. Im nachfolgenden Schritt 106 wird der Empfangszeitpunkt  $t_r$  in der anhand der Figur 1c beschriebenen Weise berechnet. Das heißt, es wird der Zeitpunkt berechnet, der dem Schwerpunkt eines ausgewählten Abschnitts des Empfangssignals  $R$  entspricht, wobei der Abschnitt derart gewählt wird, daß das Maximum  $m$  in dessen Mittel liegt. Im nachfolgenden Schritt 107 wird dann die Impulslaufzeit  $t_e$  als Differenz zwischen dem ermittelten Empfangszeitpunkt  $t_r$  und dem bekannten Sendezeitpunkt  $t_s$  berechnet. Es ist zudem denkbar, hierbei auch eine ggf. vorhandene Temperaturabhängigkeit des Sendezeitpunkts  $t_s$  zu kompensieren. Dies setzt voraus, daß der Einfluß von Temperaturänderungen auf den Sendezeitpunkt  $t_s$  bekannt ist und daß die Temperatur der den Lichtimpuls aussendenden Strahlungsquelle erfaßt wird. Die Impulslaufzeit  $t_e$  wird in den nachfolgenden Schritten unmittelbar oder nach einer Skalierung mit einem Proportionalitätsfaktor als der in einem Zyklus ermittelte Objektabstand  $d(i)$  behandelt.

Den Schritten 107 und 104 folgt gemäß Figur 3b über die Verbindungsstelle 108 der Schritt 200. Im Schritt 200 wird geprüft, ob der aktuelle Objektabstandswert  $d(i)$  ein gültiger Wert ist, d. h. ob er ungleich dem Abstandsvorgabewert  $d_0$  ist, und ob der aktuelle Objektabstandswert  $d(i)$  größer als der obere Abstandsschwellwert  $X_0$  ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, wird über Schritt 201 zu Schritt 202 ansonsten direkt zu Schritt 202 verzweigt. Im Schritt 201 wird eine Initialisierung vorgenommen, und zwar wird ein Zyklenzähler  $z$  auf den Wert 1 gesetzt, die Geschwindigkeit  $v$  auf einen Geschwindigkeitsvorgabewert  $v_0$  gesetzt, ein Fehlerzähler  $Err$  auf den Wert 0 gesetzt und der aktuelle Objektabstandswert  $d(i)$  als Merkwert  $d_1$  zwischengespeichert. Im Schritt 202 wird geprüft, ob seit Beginn der Messung eine Initialisierung gemäß Schritt 201 bereits durchgeführt wurde und ob der aktuelle Objektabstandswert  $d(i)$  zwischen den Abstandsschwellwerten  $X_0$  und  $X_u$ , d. h. innerhalb des Abstandsbands  $\Delta X$  liegt. Treffen diese Bedingungen zu, wird über Schritt 203 zu Schritt 204 ansonsten direkt zu Schritt 204 verzweigt. Im Schritt 203 wird der Zyklenzähler  $z$  um 1 inkrementiert. Im Schritt 204 wird dann geprüft, ob der Zyklenzähler  $z$  größer als 1 ist. Trifft dies zu, d. h. wurde seit Beginn der Messung bereits ein gültiger oberhalb des oberen Abstandsschwellwerts  $X_0$  liegender Objektabstandswert und anschließend ein innerhalb des Abstandsbands  $\Delta X$  liegender Objektabstandswert

ermittelt, wird zu Schritt 205 ansonsten über die Verbindungsstelle 210 zu Schritt 300 verzweigt. In Schritt 205 wird geprüft, ob der aktuelle Objektabstandswert  $d(i)$  sich von dem vorherigen Objektabstandswert  $d(i-1)$  betragsmäßig um mehr als um einen vorgegebenen Schwellwert  $d_s$  unterscheidet. Trifft dies zu, wird zu Schritt 207 ansonsten über Schritt 206 zu der Verbindungsstelle 210 verzweigt. Im Schritt 206 wird der Fehlerzähler Err auf 0 gesetzt, im Schritt 207 wird er hingegen um 1 inkrementiert. Nach Schritt 207 wird im Schritt 208 geprüft ob der Fehlerzähler Err größer als ein vorgegebener Wert  $E_{max}$  ist. Ist diese Bedingung erfüllt, was dann der Fall ist, wenn eine dem Wert  $E_{max}$  entsprechende Anzahl von aufeinanderfolgenden Objektabstandswerten sich vom jeweils vorherigen Objektabstandswert betragsmäßig um mehr als um den Schwellwert  $d_s$  unterscheiden, wird über Schritt 209 zur Verbindungsstelle 210 ansonsten direkt zur Verbindungsstelle 210 verzweigt. Im Schritt 209 werden der Zyklenzähler  $z$  und der Fehlerzähler Err auf 0 gesetzt, was der Beendigung der aktuellen Messung und dem Beginn einer neuen Messung entspricht.

Gemäß Figur 3c folgt auf die Verbindungsstelle 210 der Schritt 300, in welchem geprüft wird, ob der Zyklenzähler  $z$  größer als 1 ist und ob der aktuelle Objektabstandswert  $d(i)$  unterhalb des unteren Abstandsschwellwert  $X_u$  liegt. Treffen dies Bedingungen zu, wird über Schritt 301 zu Schritt 302 ansonsten direkt zu Schritt 302 verzweigt. In Schritt 301 wird die Geschwindigkeit  $v$  in der anhand Figur 2 beschriebenen Weise berechnet, d. h. es wird der Wert  $v = K \cdot (d_1 - d(i)) / z$  berechnet, wobei  $K$  einen Skalierungsfaktor darstellt,  $d_1$  den in Schritt 201 als Merkwert zwischengespeicherten Objektabstand darstellt,  $d(i)$  den aktuellen Objektabstandswert darstellt und  $z$  den aktuellen Stand des Zyklenzählers  $z$  darstellt. Der aktuelle Stand des Zyklenzählers ist dabei gleich der Anzahl der Zyklen, innerhalb derer der Objektabstand sich von dem Merkwert  $d_1$  bis zum aktuellen Objektabstandswert  $d(i)$  verringert hat. In Schritt 302 wird geprüft, ob die Geschwindigkeit  $v$  gemäß Schritt 301 bereits berechnet wurde, was dann der Fall ist, wenn der Geschwindigkeitswert  $v$  ungleich dem Geschwindigkeitsvorgabewert  $v_0$  ist, und es wird ferner geprüft, ob der aktuelle Objektabstandswert  $d(i)$  größer als der untere Abstandsschwellwert  $X_u$  ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, wird über Schritt 303 ansonsten über Schritt 304 zu Schritt 305 verzweigt. In Schritt 303 wird der Geschwindigkeitswert  $v$  auf den Geschwindigkeitsvorgabewert  $v_0$  gesetzt. In Schritt 304 wird der berechnete Geschwindigkeitswert  $v$  solange unveränderbar gemerkt, bis der Objektabstand wieder ansteigt. Zweck dieses Schrittes ist es, zu verhindern, daß der einmal ermittelte

Geschwindigkeitswert  $v$  unmittelbar nach einer Kollision des Fahrzugs mit dem sich ihm nähernden Objekt aktualisiert wird, weil ein nach der Kollision ermittelter Geschwindigkeitswert fehlerhaft sein könnte und die Auslösekriterien für die Rückhaltmittel bei der Auswertung fehlerhafter Geschwindigkeitswerte falsch gesetzt werden könnten. In nachfolgenden Schritt 305 werden die ermittelten Objektabstands- und Geschwindigkeitswerte an ein Airbagsteuergerät übergeben, das anhand der übergebenen Werte die Gefahr einer drohenden Kollision abschätzt und die Auslösekriterien der Rückhaltmittel in Abhängigkeit der abgeschätzten Kollisionsgefahr setzt. Mit dem nächsten Schritt 306 wird dann die aktuelle Messung beendet und zu dem Betriebsprogramm zurückgesprungen.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel basiert die Messung des Objektabstands auf der Ermittlung der Impulslaufzeit eines zum Objekt ausgesendeten und am Objekt reflektierten Lichtimpulses. Selbstverständlich lassen sich die Objektabstandswerte auch durch Auswertung der Impulslaufzeit von anderen Strahlungsarten, beispielsweise durch Auswertung der Laufzeit von Radarimpulsen oder Ultraschallimpulsen zu ermitteln.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Messung der Relativgeschwindigkeit ( $v$ ) eines Objekts, bei dem der Objektabstand ( $d(i)$ ) des Objekts zyklisch jeweils nach Ablauf einer vorgegebenen Zyklusperiode ( $T_c$ ) ermittelt wird und die Anzahl ( $z$ ) der Zyklen ermittelt wird, innerhalb derer der Objektabstand ( $d(i)$ ) sich soweit ändert, daß ein vorgegebenes Abstandsband ( $\Delta X$ ) vollständig durchlaufen wird, und bei dem aus der Differenz ( $\Delta d$ ) zwischen dem vor dem Eintritt in das Abstandsband ( $\Delta X$ ) ermittelten Objektabstand ( $d(m)$ ) und dem nach dem Austritt aus dem Abstandsband ( $\Delta X$ ) ermittelten Objektabstand ( $d(n+1)$ ) und aus der ermittelten Anzahl ( $z$ ) der Zyklen die Relativgeschwindigkeit ( $v$ ) des Objekts berechnet wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung der Relativgeschwindigkeit beendet und von neuem gestartet wird, wenn in einer bestimmten Anzahl ( $E_{max}$ ) von aufeinanderfolgenden Zyklen Abstandswerte als Objektabstand ( $d(i)$ ) ermittelt werden, die sich vom jeweils vorherigen Abstandswert um mehr als um einen vorgegebenen Schwellwert ( $d_s$ ) unterscheiden.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein ermittelter Geschwindigkeitswert ( $v$ ) solange unveränderbar gemerkt wird, bis der in einem Zyklus ermittelte Objektabstand ( $d(i)$ ) gegenüber dem im vorherigen Zyklus ermittelten Objektabstand ansteigt.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der in einem Zyklus ermittelte Objektabstand ( $d(i)$ ) durch Messung der Impulslaufzeit ( $t_e$ ) eines in einen Meßraum ausgesendeten und aus dem Meßraum zurückreflektierten Lichtimpulses ermittelt wird.
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung der Impulslaufzeit ( $t_e$ ) des ausgesendeten und zurückreflektierten Lichtimpulses ein Empfangszeitpunkt ( $t_r$ ) als Zeitpunkt des Empfangs des zurückreflektierten Lichtimpulses ermittelt wird, indem der zurückreflektierte Lichtimpuls zur Erzeugung eines Emp-

fangssignals (R) detektiert wird und ein dem Schwerpunkt des Empfangssignals (R) entsprechender Zeitpunkt ( $t_r$ ) als Empfangszeitpunkt ( $t_r$ ) des zurückreflektierten Lichtimpulses ermittelt wird.

5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Maximum ( $m$ ) des Empfangssignal (R) ermittelt wird und daß lediglich ein um das Maximum ( $m$ ) herum liegender Zeitbereich ( $t_a$ ) des Empfangssignal (R) der Ermittlung des Empfangszeitpunkts ( $t_r$ ) des zurückreflektierten Lichtimpulses zugrunde gelegt wird.

10 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Empfangszeitpunkt ( $t_r$ ) des zurückreflektierten Lichtimpulses lediglich dann ermittelt wird, wenn das Maximum ( $m$ ) des Empfangssignals (R) oberhalb eines vorgegebenen Rauschpegels ( $m$ ) liegt.

15 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Empfangssignal (R) oder der der Ermittlung des Empfangszeitpunkts ( $t_r$ ) zugrundegelegte Zeitbereich ( $t_a$ ) des Empfangssignals (R) vor der Ermittlung des Empfangszeitpunkts ( $t_r$ ) um einen vorgegebenen Rauschanteil reduziert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Temperaturkompensation zur Reduzierung von temperaturabhängigen Störbeiträgen aus der Impulslaufzeit ( $t_e$ ) vorgenommen wird.

20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtimpulse in unterschiedliche jeweils einen Kanal darstellende Raumabschnitte des Meßraums ausgesendet werden und daß die zurückreflektierten Lichtimpulse kanalbezogen ausgewertet werden.

25 11. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche zum Erkennen einer drohenden Kollision eines Fahrzeugs mit einem sich dem Fahrzeug nähernden Objekt.

### Zusammenfassung

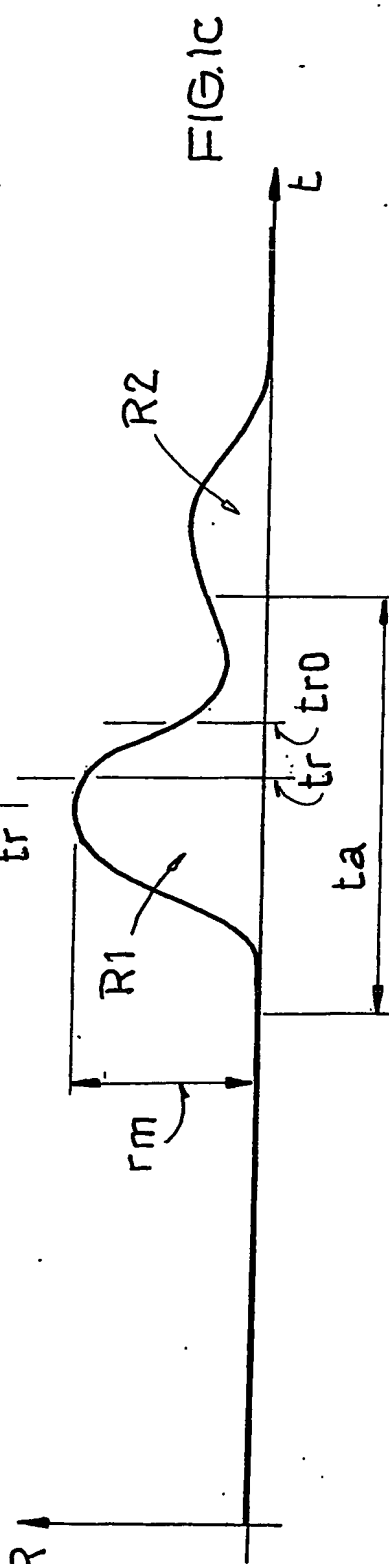
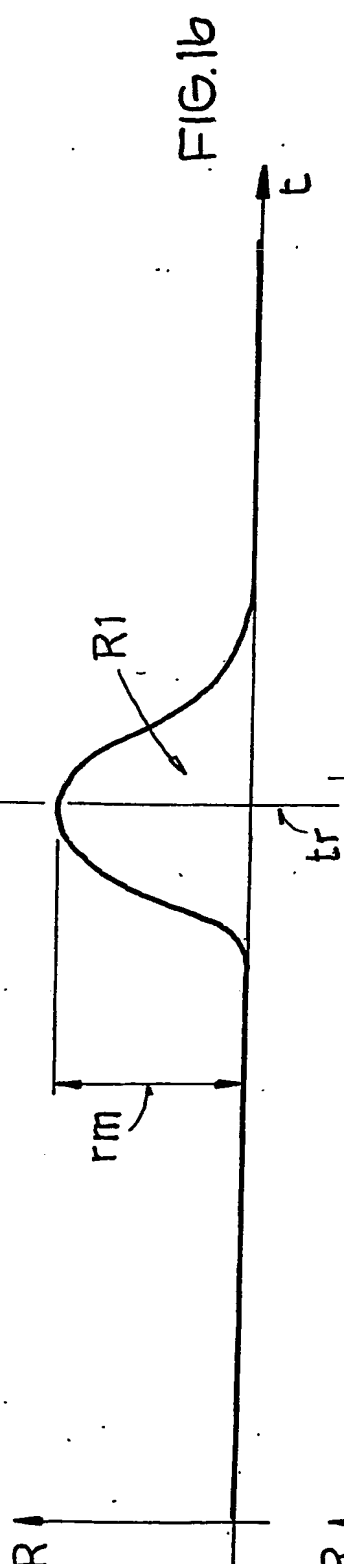
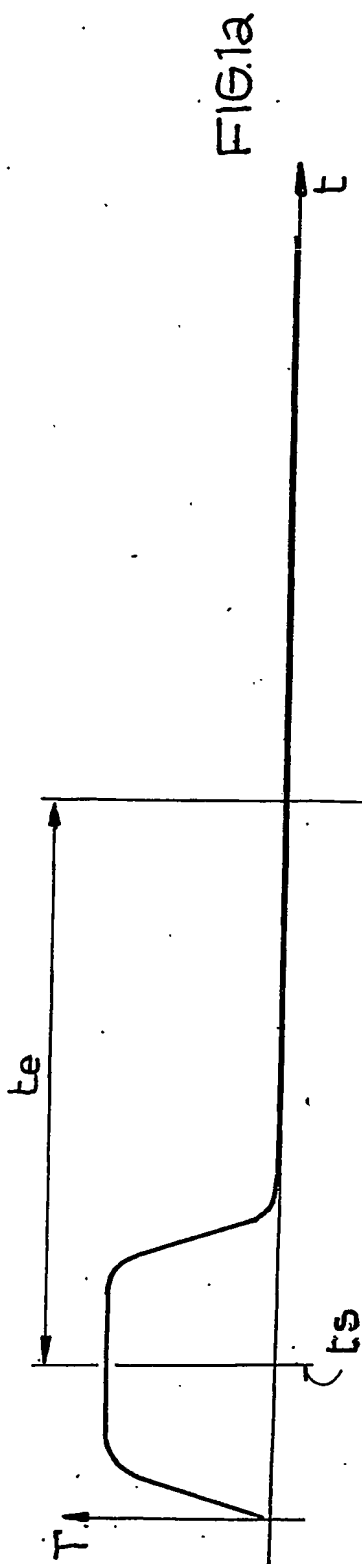
#### 1. Verfahren zur Messung der Relativgeschwindigkeit eines Objekts

5      2.1. Verfahren zur Messung des Objektabstands von Objekten werden verstärkt in  
Hinderniswarnsystemen für Kraftfahrzeuge eingesetzt, um die Fahrer der Kraftfahr-  
zeuge vor Gefahrenquellen auf der Fahrbahn zu warnen. Es wäre sinnvoll, in einem  
derartigen System auch die Relativgeschwindigkeit der sich dem Kraftfahrzeug nä-  
hernden Objekte zu berücksichtigen. Das neue Verfahren soll die Ermittlung der  
10      Relativgeschwindigkeit eines Objekts auf einfache Weise ermöglichen und genaue  
Meßergebnisse liefern.

15      2.2. Beim neuen Meßverfahren wird der Objektabstand zyklisch jeweils nach Ablauf  
einer vorgegebenen Zyklusperiode ermittelt. Ferner wird die Anzahl der Zyklen er-  
mittelt wird, innerhalb derer der Objektabstand sich soweit ändert, daß ein vorgege-  
benes Abstandsband vollständig durchlaufen wird. Die Relativgeschwindigkeit des  
Objekts wird dann aus der Differenz zwischen dem vor dem Eintritt in das Abstands-  
band ermittelten Objektabstand und dem nach dem Austritt aus dem Abstandsband  
ermittelten Objektabstand und aus der ermittelten Anzahl von Zyklen berechnet.

#### 2.3. Pre-Crash-Sensierung

1/5



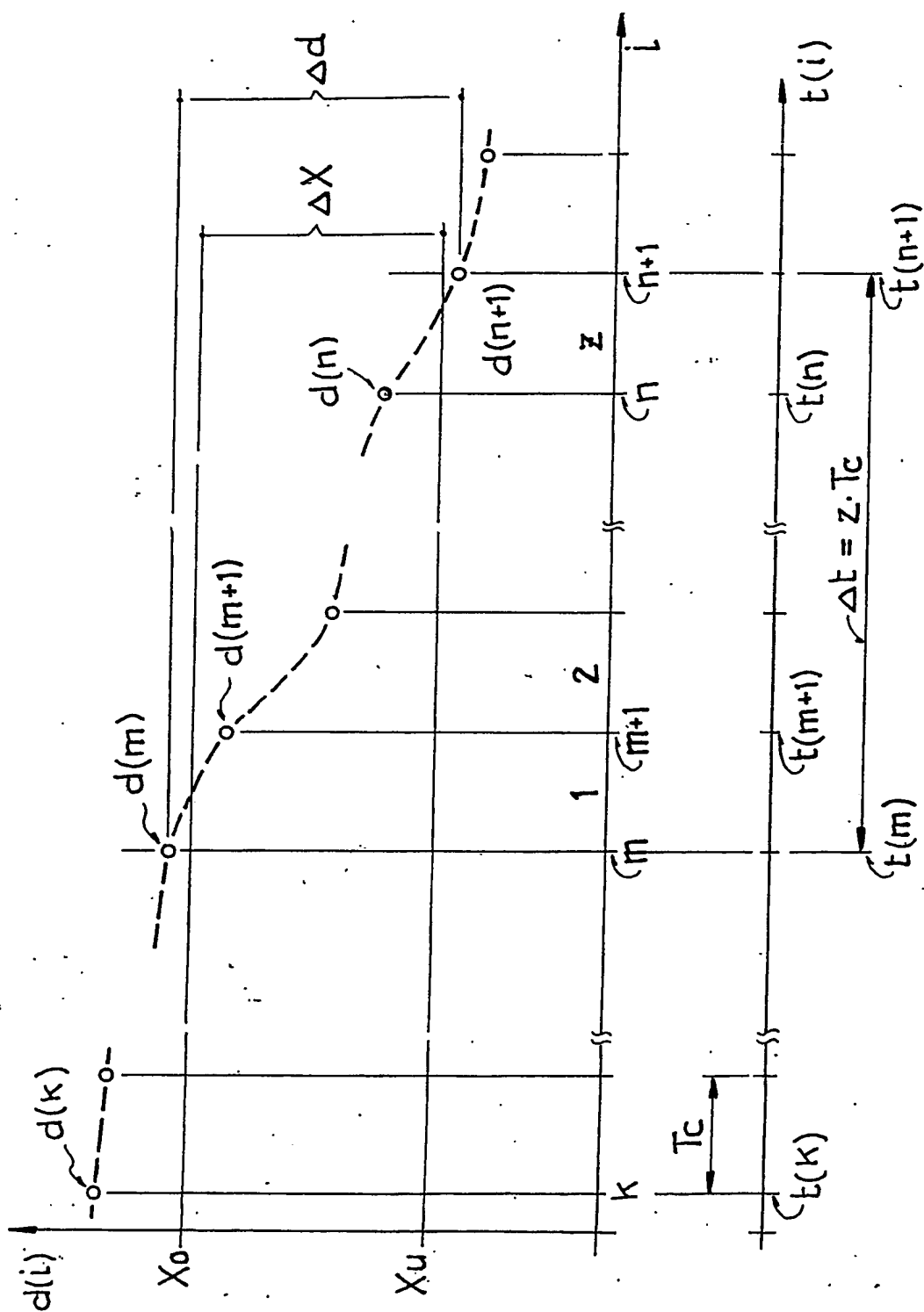


FIG. 2



3/5

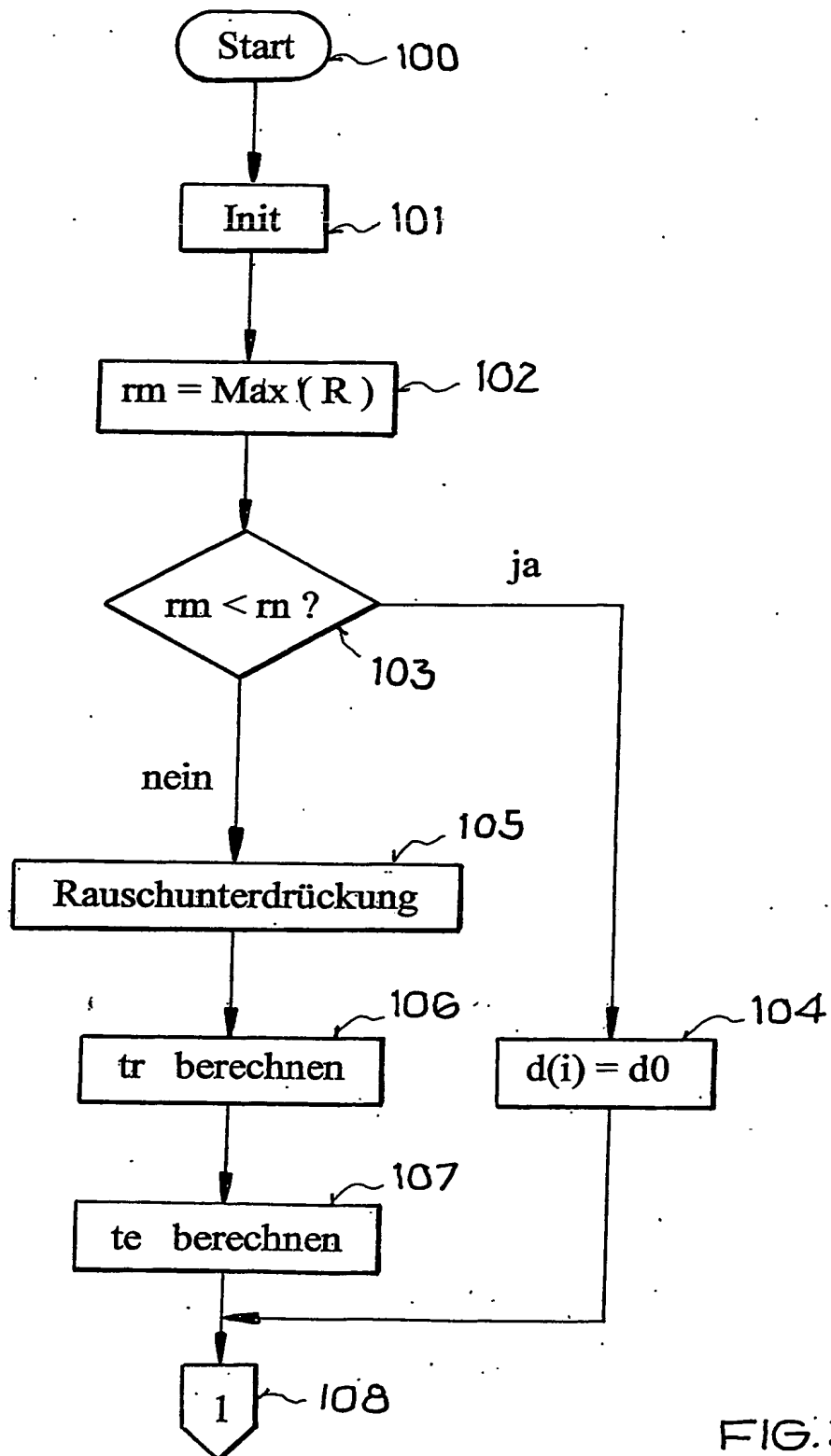


FIG. 3a

4/5

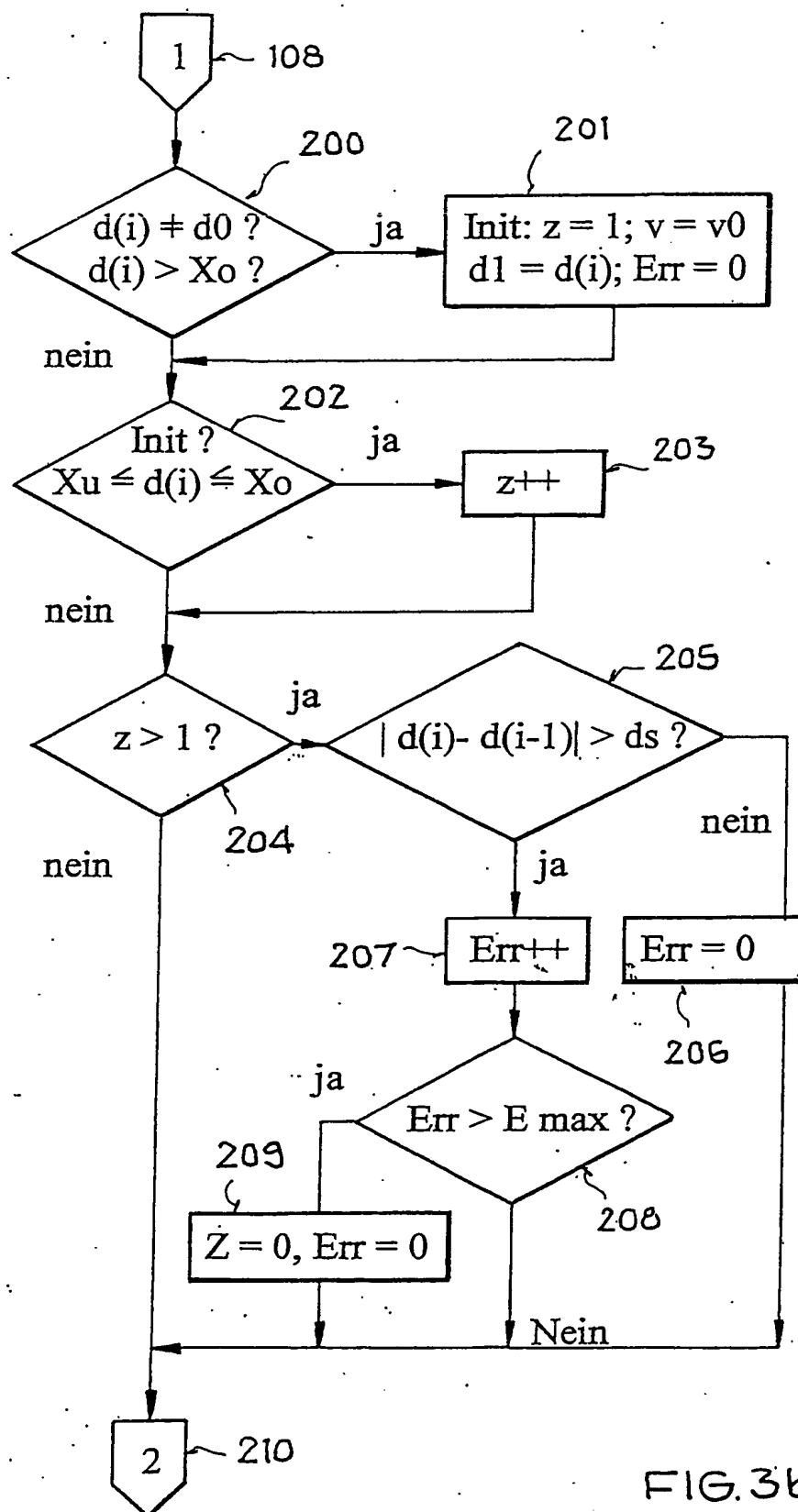


FIG. 3b

5/5

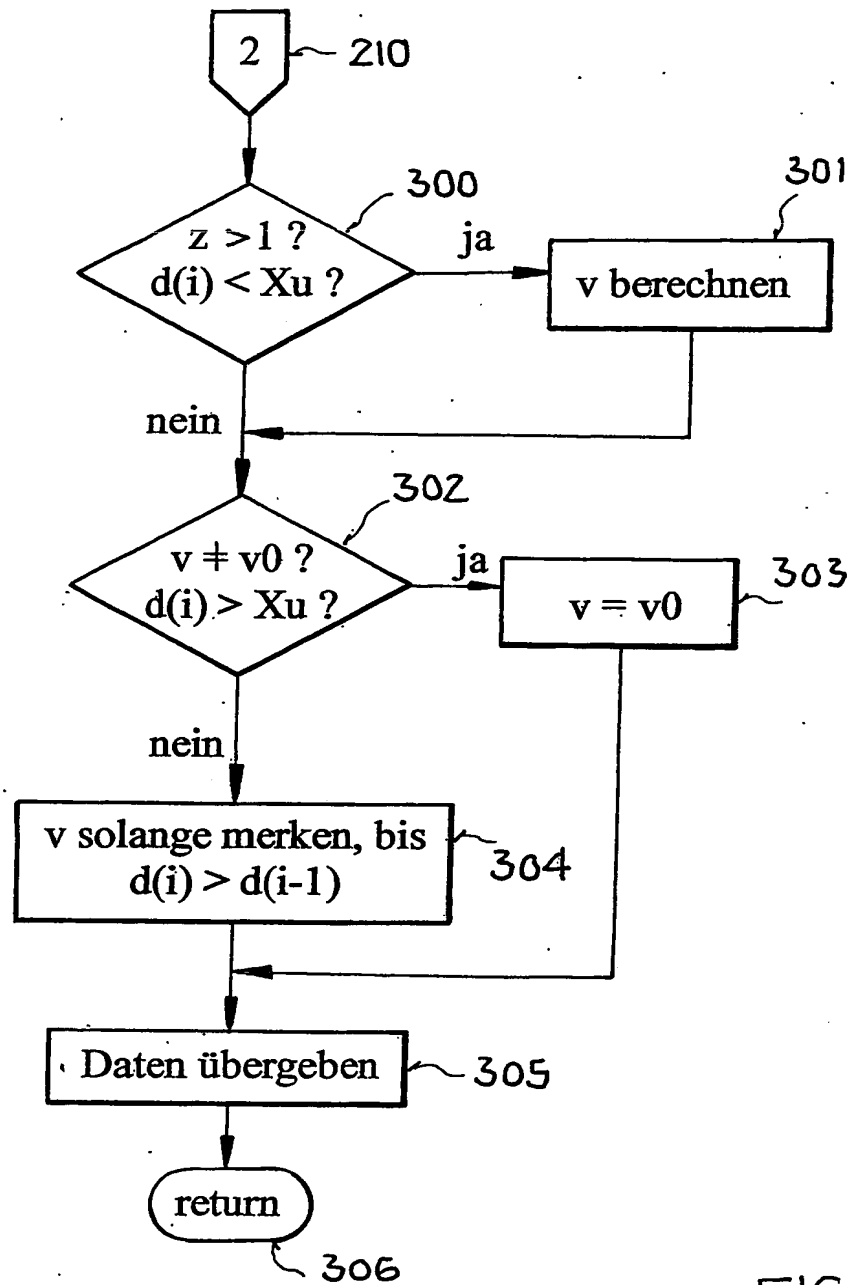


FIG. 3C

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**